

船の省エネ技術開発

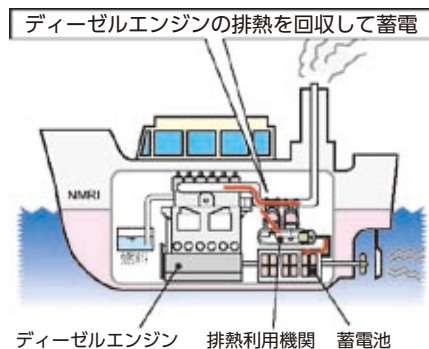
船のCO₂排出量を削減するためには燃費効率を上げる省エネ技術の導入が必要です。海運や造船を中心とする日本の海事社会は、石油危機により燃料価格が上昇した1970年代より、エンジンやプロペラの改良、抵抗の少ない船の設計、船の軽量化など幅広い省エネ技術の開発に取り組んできました。

● エンジン効率の改善

船はディーゼルエンジンで燃料を燃やして動力を得ますが、長年、このディーゼルエンジンの燃費効率を改善する努力が続けられてきました。その結果、船のエンジンの方が自動車のガソリンエンジンよりもエネルギーの動力への転換効率が高くなっています。

現在でも、エンジンから空気中または海中に捨てられる排熱エネルギーを再利用する技術の改良、エンジンへの燃料供給量の電子制御化、CO₂排出量が少ない天然ガスを燃料とするガスエンジンの開発など、燃費効率を改善するための技術革新が続けられています。

排熱回収システム



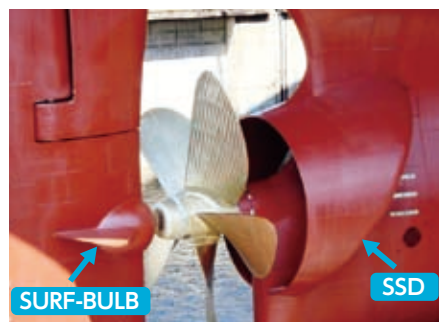
船のエンジンで燃やされる燃料の持つ熱エネルギーは全て動力に転換されるわけではありません。排熱回収システムは、排気ガスという形で捨てられる熱を再利用する技術として注目されています。

資料提供：海上技術安全研究所

● プロペラ効率の改善

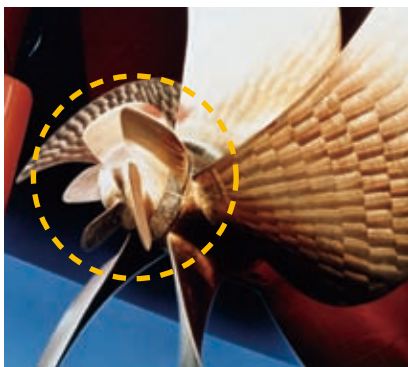
船のプロペラは回転運動により推進力を生み出しますが、プロペラ周辺に発生する渦などの要因により推進エネルギーの一部が失われます。

そのため、プロペラ後方の水の流れを整える「PBCF(プロペラ・ボス・キャップ・フィンズ)」や「二重反転プロペラ」、推進効率を改善するダクトやバルブ(球状の物体)、フィン(翼)などの省エネ装置の開発や船型改良による推進効率の改善が進められています。



SURF-BULB(サーフ・バルブ)と
SSD(スーパー・ストリームダクト)
(写真提供：ユニバーサル造船)

PBCF(プロペラ・ボス・キャップ・フィンズ)



PBCF (写真提供：商船三井テクノトレード)



PBCF 無



PBCF 付

PBCFのフィンにより、プロペラの後流にできた渦が消えることで燃費効率を約5%改善することができます。日本で開発されたこの技術は、世界中の約1,700隻の船で採用されています。



二重反転プロペラ (写真提供：三菱重工業)



● 船体抵抗の軽減

燃費効率を改善するために、船が受けるさまざまな抵抗を減らす技術も開発されています。

海面下の船の表面と海水との摩擦抵抗を減らす特殊塗料の開発や、船底と海水の間に空気を送り込むことで抵抗を減らす「空気潤滑システム」の実用化に向けた開発が進められています。

また、波を起こすことで発生する抵抗を減らすために、船首が斧の形をした「Ax-Bow(アックスバウ)」や鋭角な形をした「LEADGE-Bow(レッジバウ)」など、船首の形が改良されました。

また、船首部分を斜めにカットしてラウンド形状にし、船の側面に風の通り道を確保することで正面や側面から受ける風の抵抗を減らした船も作られています。



風の抵抗を減らした自動車運搬船（写真提供：商船三井）

● 代替エネルギーの活用

船のCO2排出量を大幅に減らすためには、これまで使用されていた重油ではなく、バイオ燃料や天然ガスなどCO2排出量が少ない燃料、風力や太陽光などCO2を全く排出しない自然エネルギーの転換活用を進める必要があります。

日本では、こうした代替エネルギーの活用を含め、革新的技術の実用化に向けた研究開発が活発に進められています。

空気潤滑システム



船は航行する際、海面下の船体表面と海水がこすれることで摩擦抵抗が生じます。空気潤滑法は、水中の船体を気泡で覆って摩擦抵抗を減らす技術として注目されています。

資料提供：日本郵船・三菱重工業



船首形状の改良

(左：従来型船首、中：Ax-Bow、右：LEADGE-Bow)
(写真提供：ユニバーサル造船)



Ax-Bowを採用したばら積み貨物船
(写真提供：ユニバーサル造船)



太陽光エネルギーを活用した自動車専用船
(写真提供：日本郵船)

海のエコドライブ

船のCO₂排出量を削減するためには、船体や機器などハードウェアの技術的な改良だけでなく、船の運航方法の改善などソフト面での対策が必要です。日本の海事社会は、減速航行、最適航路の選択、積載効率の向上や適切な船体のメンテナンスなど運航管理の改善を通じた船の省エネにも積極的に取り組んでいます。

● 減速航行

燃費効率の良い「海のエコドライブ」を実現するためにはさまざまな方法があります。

特に、航行中の船の燃料消費量は速度の3乗に比例して増加するため、船の速度を落とすだけで大きな省エネ効果があります。

日本の海運会社も、燃料の節約とCO₂排出量の削減に向けて減速航行に取り組んでいます。

● 運航管理の改善

航行中の船の燃費効率は気象・海象(波浪や潮流など海洋の諸現象)の影響を大きく受けるため、気象・海象の予測情報を利用し、安全かつ効率的な運航が可能な最適航路の選択を支援するシステムが導入されています。

さらに、減速航行を促進するために、港湾や海峡での混雑緩和による沖合での待ち時間の短縮や港湾での貨物の積み下ろしの効率化を支援するシステムの開発が進められています。

■ 減速航行の取り組み —川崎汽船—

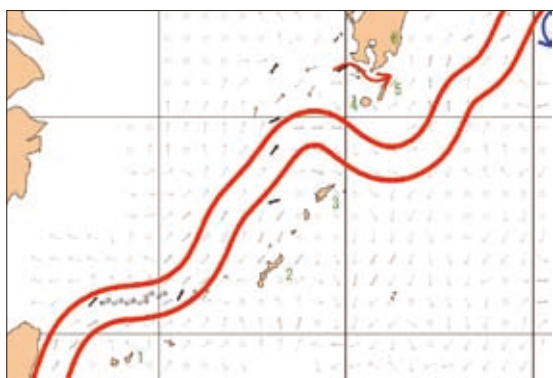


グリーンフラッグ授与式 (写真提供：川崎汽船)

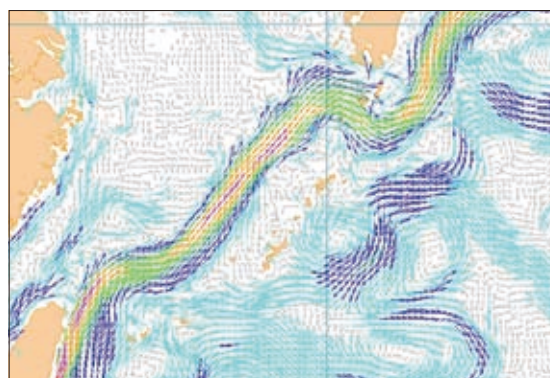
米国ロングビーチ港湾局は、沿岸の大気汚染の防止のために、ロングビーチ港に寄港する船舶に対して、減速航行を含む排出ガス抑制策への協力を求めています。

川崎汽船は、2008年に延べ250隻以上の船を寄港させた船社の中ではトップの成績で減速航行に取り組み、「グリーンフラッグ」を4年連続で受賞しています。同社は減速航行の取り組みにより、1年間でCO₂排出量を約3,800トン削減しました。

黒潮を利用した省エネ運航



Before (海流推測図)



After (海流予測情報)

海流は常に変化するため、従来の海流推測図では海流を予測して黒潮をうまく利用することができませんでした。しかし、新たに開発された海流予測情報の活用により、日本郵船運航の原油タンカーでの実証試験の結果、黒潮流域において10%程度の燃料消費量の削減が実証されました。

資料提供：海上保安庁、(株)フォーキャストオーシャンプラス



船は船長(船員)と陸上オフィスの運航担当者の連携により運航されていますが、より効率的な運航を実現するために、船陸間で航海速度や燃料消費量などの情報を共有化してコミュニケーションを円滑にするシステムが導入されています。

また、船の性能を踏まえた航海計画を策定するために、燃費効率をリアルタイムで表示するシステムも開発されています。

さらに、安全で効率的な運航を行うには、船体の損傷や燃費効率を下げるような問題の発生を防ぐために、適切なメンテナンスと保守・管理が必要となります。たとえば、船の底やプロペラを

洗浄し、付着した海藻や貝をこまめに取り除くことで燃費効率の悪化を防ぐことができます。

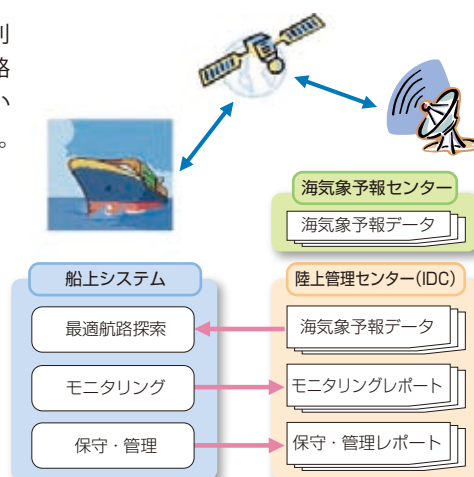
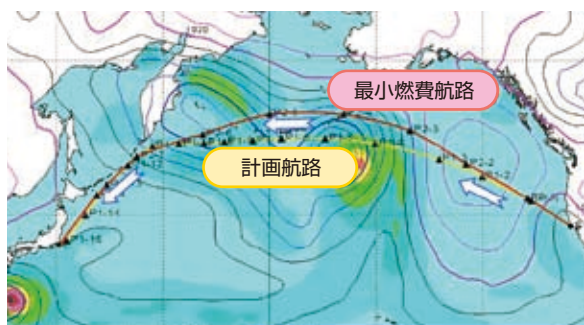
このように、船の運航をさまざまな形で支援するシステムが開発・導入されています。



燃費効率を表示する「FUELNAVI」
(写真提供：日本郵船)

Sea-Navi® (シーナビ)

「Sea-Navi®(シーナビ)」は「海のカーナビ」ともいえる衛星通信を利用した運航支援システムです。安全性及び効率性を考慮した最適航路の探索、船体・エンジン・海気象のモニタリング、船体の構造疲労についての寿命診断によるメンテナンス計画など各種の機能を備えています。



資料提供：ユニバーサル造船

● 陸上からの電源供給

船は貨物の積み下ろしの際に動力を必要とし、その動力は燃料をエネルギー源とする発電機によって供給されます。このため、船は港湾で停泊している時もCO₂を排出します。

そこで、港湾に停泊中の船から発生するCO₂を削減するために、陸上から電力を供給する「陸上電源供給システム」が開発され、実用化に向けた動きが徐々に広がっています。



陸上電源供給中のコンテナ船



電源ケーブル接続箱
(写真3点提供：川崎汽船)



本船から降ろした電源ケーブル

環境にやさしいエコシップ

日本の海事社会では、これまで蓄積した経験と技術を活かし、燃費効率の良い省エネ船(エコシップ)の開発に取り組んできました。さらに、日本の海運会社は、地球温暖化の防止に貢献するために、最先端の省エネ技術を取り入れた未来のエコシップの構想を発表しています。

環境にやさしく、モーダルシフトの主要な担手である内航海運では、政府と企業が協力する形

で次世代の内航船スーパーエコシップ(SES)の開発が進められてきました。SESは、電気エネルギーを利用した推進システム、抵抗の少ない船型、二重反転プロペラなどの新技術を取り入れ、輸送単位当たりのCO₂排出量を5~20%削減することができます。2010年2月現在、既に10隻のSESが就航しており、今後さらなる普及が期待されています。

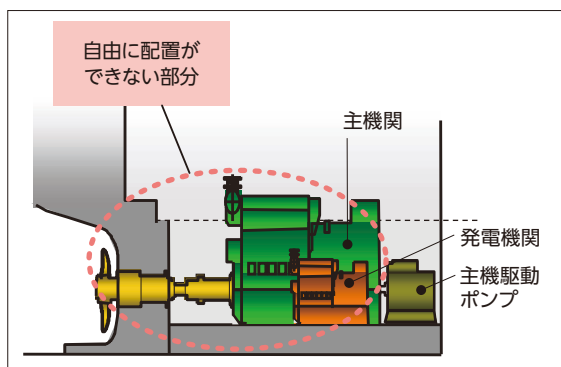
次世代内航船スーパーエコシップ (SES)



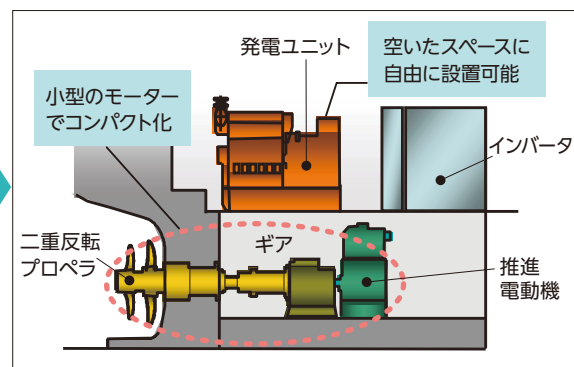
スーパーエコシップ (SES)

スーパーエコシップ(SES)では、電気推進システムを導入することでエンジン(機関)の配置に自由度が広がり、その結果、従来の船と比べて抵抗の少ない最適な船型の設計が可能となります。

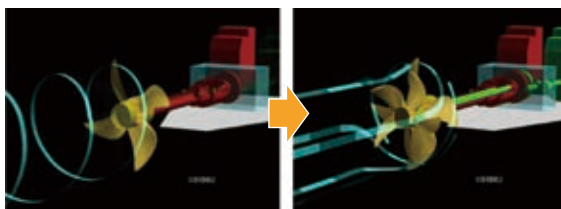
また、二重反転プロペラの採用による推進効率の改善や発電機の運転台数制御による燃費効率改善も実現します。



従来の船



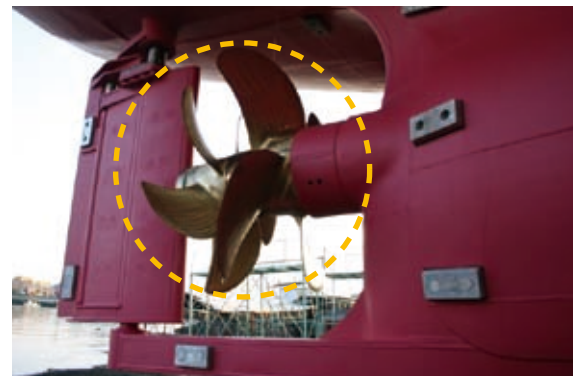
SES



通常のプロペラ

二重反転プロペラ

通常のプロペラでは回転流が発生することで無駄なエネルギーが生じます。しかし、二重反転プロペラでは、後ろのプロペラが回転流を推進力に換え、推進効率を向上させます。



二重反転プロペラ



国際海運を担う外航船においても、日本の海運会社は、太陽光発電や風圧・水圧抵抗を減らすデザインなど、最先端の省エネ技術を取り入れたエコシップの導入を進めています。また、大幅な省エネ化やCO2を全く排出しない船の開発を目指し、近未来のエコシップの構想も発表されています。

■ 次世代船シリーズ第一弾「ISHIN-I」 ―商船三井―

商船三井は、これまでの省エネ技術を集めて5年以内に実現可能な省エネ船のシリーズ第一弾として未来の自動車船「ISHIN-I」を発表しました。

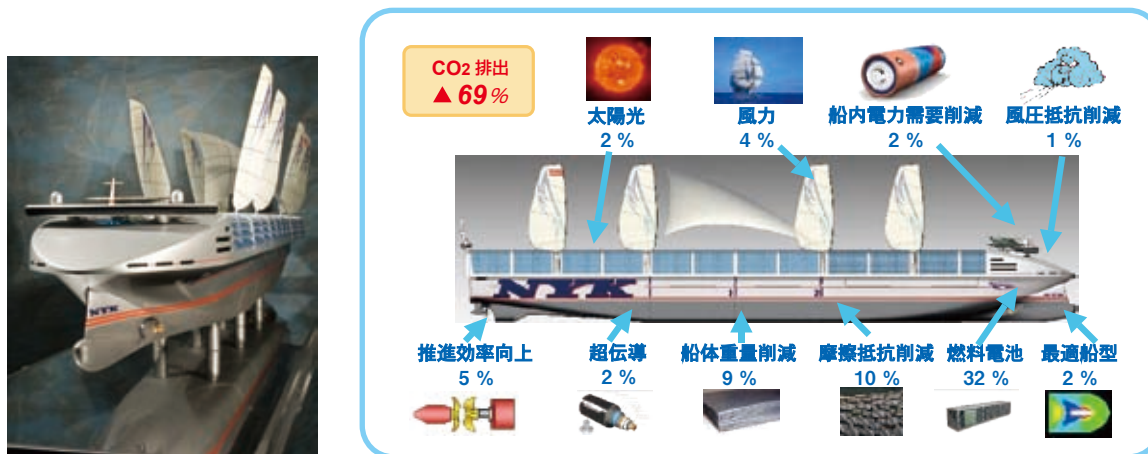
ISHIN-Iは、太陽光パネルで発電した電気をリチウムイオン電池に蓄えて使用し、港湾での航行や貨物の積み下ろし時のCO2排出量をゼロに抑えます。これは、世界初の試みです。また、二重反転プロペラやPBCFによる推進効率の向上、風の抵抗を減らすデザインなど、すでに実用化されている技術を組み合わせることにより、大洋航行中のCO2排出量を最大で50%削減することができます。



■ 「NYK スーパーエコシップ2030」 ―日本郵船―

日本郵船は、2030年を目標に、論理的には可能なものの、まだ船舶用に商業化されていない技術を盛り込んだ未来のコンテナ船「NYK スーパーエコシップ2030」を発表しました。

この船はLNGをエネルギー源とする燃料電池、船体を覆う太陽光パネルによる発電、収納可能な8枚の帆による風力の利用などクリーンなエネルギーを活用し、船の軽量化や抵抗を減らす塗料などさまざまな省エネ技術を取り入れることでCO2排出量を69%削減することができます。



船の燃費指標づくり

国際海運のCO₂排出量を削減するためには、燃費効率の良い船を普及させていくことが有効ですが、そのためには、船の燃費効率を計算するための共通ルールを作り、各船の燃費効率を表示させる必要があります。そこでIMOでは、新造船の燃費効率を表す燃費指標づくりを進めてきました。

IMOでは、日本が議論を積極的に主導する形で、2009年7月に新造船の「エネルギー効率設計指標(設計指標)」(1トンの貨物を1マイル運ぶの

に排出するCO₂の量を表す指標)の算出方法を示したガイドラインが作成されました。

各船の設計指標が計算・表示されれば造船所や海運会社は船の建造や運航の際に燃費効率の良い船を選択するようになり、燃費効率の良い新造船の普及に役立つでしょう。また、設計指標の基準値を設けることにより、一定の燃費効率を達成していない船の建造を規制することも可能となります。

新造船のエネルギー効率設計指標

エネルギー効率設計指標とは、船の設計・建造段階において、1トンの貨物を1マイル運ぶ時のCO₂排出量を計算して指標としたものです。

$$\text{例) 船舶Aの設計指標} = \frac{\text{CO}_2\text{排出量 } a\text{グラム}}{1\text{トン} \times 1\text{マイル}}$$



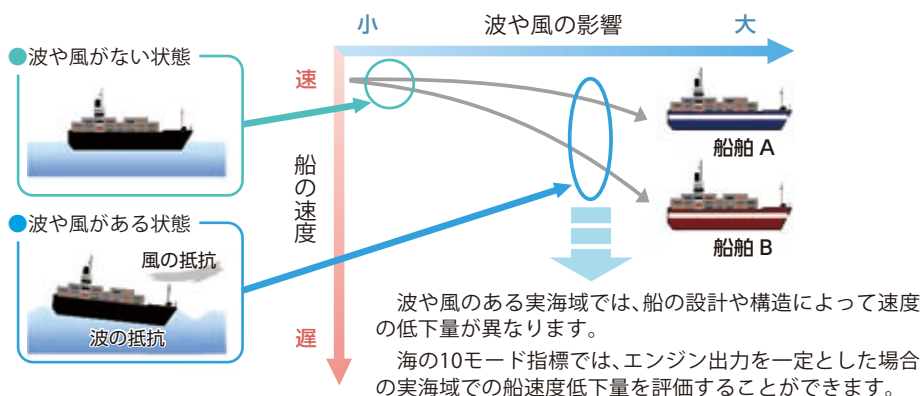
現在の設計指標は、波や風がない状態での船の燃費効率を表しますが、波や風がある実際の海域では、船の設計や構造によって速度の低下量が変わり、燃費効率に大きく差が出てくる場合があります。

自動車の場合、信号による停止や発進など市街地での代表的な運転要素を組み合わせると燃費効

率を測る「10・15モード」指標がありますが、船については、実際の運航状況を想定して燃費効率を測るための指標が存在しませんでした。

そこで、日本では、実際の海域での船の性能を表す「海の10モード指標」が開発されました。

波や風の影響による船速の低下





「海の10モード」指標は、簡単な水槽試験を行い、その結果をコンピュータでのシミュレーションに取り入れて計算するハイブリッド計算法により、波や風の影響を受けて船の速度がどの程度落ちるかを表します。この指標があれば実際の海域を航行する船の性能が分かるため、波や風の影響を受けても速度の低下量が少ない性能の優

れた船が優先的に選択される環境が生まれ、船のCO2排出量を大幅に削減できると期待されます。

国際海運のCO2排出量の削減と地球温暖化の防止に向けて、高い環境意識と世界有数の技術を誇る日本の海事社会の取り組みは今後ますます重要となっていくでしょう。

海の10モード指標

実海域での船速低下を正確に推定するためには、風による抵抗、波による抵抗を精度よく推定する必要があります。そこで、水槽試験(海の10モード試験)の結果を計算法に取り入れ精度の向上を計る、「ハイブリッド計算法」が開発されました。

≫ 波による抵抗の計算

海の10モード試験の結果を取り入れたハイブリッド計算により、波による抵抗を求めます。



≫ 実海域中の船速の計算

船速低下は、実海域で船体に働く力が釣り合う状態を数値計算で求めて算出します。



「海の世界革命 ～海事社会と地球温暖化問題～」の映像もご覧頂けます。

Contents



メイン映像 「海事社会と地球温暖化問題」

解説映像

- 船の省エネ技術開発 「造船業界における取り組み」
- 船会社のエコ挑戦 「次世代自動車船 ISHIN-I」
「未来のコンテナ船NYKスーパーエコシップ2030」
- 日本主導の
船の燃費指標づくり 「海の10モード指標」

DVD をご希望の方は日本海事センター企画研究部までご連絡下さい。
日本海事センターホームページ (<http://www.jpmac.or.jp>) でも映像をご覧頂けます。



編集・発行

財団法人 日本海事センター

- 総務部／業務部／海事センタービル事業部 URL : <http://www.jpmac.or.jp>
〒102-0083 東京都千代田区麹町 4 丁目 5 番地 海事センタービル 8 階
TEL 03(3265)5481 FAX 03(3222)6840
- 企画研究部／海事図書館
〒102-0093 東京都千代田区平河町 2 丁目 6 番地 4 号 海運ビル 9 階
TEL 03(3263)9421 FAX 03(3264)5565 (企画研究部)
E-mail : planning-research@jpmac.or.jp
TEL 03(3263)9422 FAX 03(3265)5035 (海事図書館)
E-mail : library@jpmac.or.jp

協力 (敬称略・順不同)

(社)日本船主協会 (社)日本造船工業会 (財)日本海事広報協会
(独)海上技術安全研究所 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
国土交通省海事局



この印刷物は再生紙および
植物性油インキを使用しています。